

インドネシア・チダナウ川流域における環境評価に関する基礎的研究*

Environmental Evaluation for Cidanau Watershed Area, Indonesia*

古屋秀樹**・吉野邦彦***・田中 圭****・Budi I. Setiawan*****

By Hideki FURUYA**・Kunihiko YOSHINO***・Kei TANAKA****・Budi I. Setiawan*****

1. はじめに

本研究は、自然環境悪化が懸念されはじめたインドネシア・西ジャワ地域のチダナウ川流域を対象として環境評価を行うものである。流域には貴重な熱帯湿地が存在するものの、農業を中心とする住民の生活活動等により、森林面積の減少、土壌浸食などが発生している。このような環境悪化に対して政府・地方自治体などによる法制度、規制の整備が重要であるが、現地住民をはじめとする関係主体の協力も欠かすことができない。これらに加え、対象地域の環境に対する定量的評価も重要と考えられる。

そこで本研究では、現地におけるアンケート調査を通じて、特に住民や来訪者の環境保護意識や、周辺環境に対する環境評価の把握を目的とする。

2. 調査対象地域の概要

インドネシア、ジャワ島西部のチダナウ川流域は、流域面積 226.2km²の流域であり、下流部に位置するチリゴン市へ工業用水、都市用水を供給している(図-1)。この地域は、首都ジャカルタの約 120km 西に位置し、バンテン州のセララン県および流域の一部がパндеグラン県に属する人口 13 万人を有する地域である。流域内には、ジャワ島で唯一残る Rawa Danau と呼ばれる面積 25Km²の熱帯水性湿地林が存在し、生物多様性に富むため自然保護地区として指定されている¹⁾。また、流域の土地利用は森林・果樹園・水田・畑から構成され、それぞれの面積は、2764ha, 3663ha, 6420ha, 9789ha である。流域の傾斜面は、保護林の他、アグロフォレストとして主にココナッツ、マリンジョ、バナナ、キャッサバ等のプランテーションとして利用されている。現地ヒアリングによると住民の多くは農民あるいは農業労働者で、地主農民は少ない。その生活水準は低く、社会福祉水準も低い。低所得者が多いため初等教育しか受けていない農民も多く居住している。



図-1 チダナウ川流域とアンケート調査地点 (Marbella Hotel)

1990年代半ばより、水質の悪化をはじめとした当流域の自然環境悪化が懸念されはじめ²⁾、今後の当流域の持続的開発のため、土地利用の適正な管理と土壌保全対策が重要とされた³⁾。このような悪化の原因として、周辺集落の農民による農地開発、他地域からの転入者による保護林内の違法な開発が考えられる⁴⁾。

このような自然破壊が懸念される本地域を対象として、現地の環境評価を通じて環境保全に対する情報提供を行い、ハードを主とした様々な環境保護対策・施策決定に際して寄与できると考えている。これまで環境評価には多くの手法が提案・適用されてきたが、社会環境が異なるインドネシアにおいてその適用可能性を検討することも、研究の大きな視点といえる。

3. 環境経済評価方法ならびにアンケート調査方法

環境資源の保護と開発の対立は今後も続いていく課題である。その中で、環境経済評価を行い、非市場財である生態系を貨幣換算して定量的な価値としてあらわすことが重要と考えられる⁵⁾。そのための方法はいくつか考えられるが、本研究では、レクリエーション等による利用価値に着目した手法である TCM(Travel Cost Method)を用いることとした。顕示選好 (Revealed Preference : RP) データを利用する本手法は、実際の行動をデータとして扱うため、信頼性が高いと考えられる。そこで、年間の来訪回数を現状と環境が悪化した仮想ケースそれぞれで聞き取りを行い、アクセスコストと来訪

*キーワード：整備効果計測、環境計画

**正会員、博士(工学)、東洋大学国際地域学部国際観光学科 (群馬県邑楽郡板倉町泉野 1-1-1, Tel.+Fax.0276-82-9158)

***農博、筑波大学大学院システム情報工学研究科

****筑波大学大学院生命環境科学研究科修士課程

*****農博、Bogor Agricultural University

回数との関連性を明らかにすることとした。

表-1は、アンケート調査方法の概要である。チダナウ川流域の居住者は主に農業従事者であり、生活の場としての評価・回答となるため、本研究ではチダナウ川河口から北東約5kmにある Marbella Hotel において来訪者を対象にアンケート調査することとした。

表-1 アンケート調査概要

	1回目調査	2回目調査
実施時期	2004.12/3~12/7	2006.3/18-19,4/1-2
回収数	77人	80人
環境評価	CVM方式	TCM方式
実施方法	面接ヒアリング方法(Anyer Beach Sol Elite Marbella Hotel 周辺)	
調査対象	ホテル滞在者ならびに利用者・従業員	

対象流域で直接アンケートをしないこととなるが、異なった調査手法の比較を行うために十分なサンプル数が確保できる調査方法、調査場所を設定する必要があるとともに、チダナウ川流域の環境悪化が水質悪化、ゴミの漂着など Marbella Hotel に隣接するアニエールビーチの砂浜に影響を及ぼすと考えられるために被験者がその状況を十分予想・回答でき、その結果も大きな誤差が生じないと考えた。

実査では、来訪者に対して、ボゴール農科大学大学院生がインドネシア語によるヒアリング（面接聞き取り方式）を行った。ホテルでの調査可能性から、2回の調査それぞれ4日の実施となり、サンプル数は77人、80人であった。本研究で用いるデータは、2回目調査である。なお、アンケート調査項目は下記の通りである。

(1) 個人属性

- ・ 性・年齢階層, 職業
- ・ 現地までのアクセス時間・費用

(2) チダナウ流域における観光行動実態とその認知

- ・ 年間来訪回数(目的地: アニエールビーチと設定)
- ・ チダナウ川流域の自然環境の特色・機能の認知

Rawa Danau といわれる面積 25Km²の熱帯水性湿地林の自然保護地区としての指定に関する認知等を設問として設けている。

(3) TCM 形式によるアンケート

- ・ 自然環境保護が悪化した場合の予想来訪回数

チダナウ川の自然破壊により、アニエールビーチの環境悪化が生じたケースを想定して、質問項目を設けている。なお、事前事後の比較を行いやすいように環境が悪化したケースを景観シミュレーションにより作成し、カラー写真で被験者に提示している。

4. アンケート調査結果—被験者のアウトライン—

(1) 個人属性について

表-2は、被験者の性・年齢階層別サンプル数である。いずれの調査も男性の構成割合が 3/4 を占めており、30-50代の回答者が多いことがわかる。

表-2 性・年齢階層別サンプル数

年齢	1回目調査				2回目調査			
	女性	男性	合計	構成比率	女性	男性	合計	構成比率
20代	5	1	6	7.8%	1	1	2	2.5%
30代	7	23	30	39.0%	8	25	33	41.3%
40代	4	16	20	26.0%	6	22	28	35.0%
50代	2	15	17	22.1%	2	8	10	12.5%
60代	0	2	2	2.6%	1	5	6	7.5%
70代	1	0	1	1.3%	0	1	1	1.3%
不明	0	1	1	1.3%	0	0	0	0.0%
合計	19	58	77	100.0%	18	62	80	100.0%
構成比率	24.7%	75.3%	100.0%		22.5%	77.5%	100.0%	

また、被験者の職業では、いずれの調査とも会社員(企業経営者・自営業を含む)が全体の8~9割を占め、農業従事者は非常に少ない。一方、被験者の学歴別構成比率では、高校卒業: 3~4割、大学卒業: 5~6割となっている。これらの被験者が、ジャカルタ近郊で比較的高いクラスに相当する Marbella Hotel に家族と同伴で観光・リゾートで来訪していることが明らかとなった。

(2) チダナウ流域に関する観光行動実態・認知

調査地点が流域と若干離れているため、流域に関する認知について聞き取りしたところ、よく知っている:19%、聞いたことがある:30%、知らない:47%となった(1回目調査)。そこで、チダナウ川流域への来訪回数をみると、認知していないサンプルは0回もしくは未回答となっている。

そこで、被験者の居住地分布を推定するために、アクセス時間分布図を作成した(図-2)。これらは、被験者が口頭で回答したデータを用いたものであるが、アニエールビーチへの平均アクセス時間: 2.77時間、中央値 2.75時間となった。2~3時間の回答が多く、その多くはジャカルタ近郊から来訪しているものと考えられる。

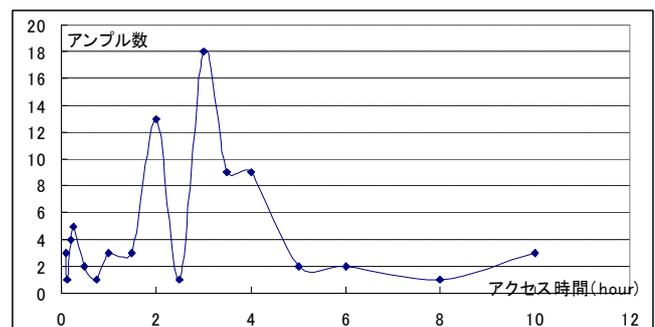


図-2 サンプルのアニエールビーチまでのアクセス時間分布(2回目調査)

また、アクセス費用についても聞き取りを行ったが、アクセス時間との相関が、 $R=0.303$ と低く算出された。さらに、表-3は、アニエールビーチへの来訪回数を示したものである。

表-3 アニエールビーチ来訪回数分布

1年間来訪回数	サンプル数	構成比率
0	0	0.0%
1	37	46.3%
2	7	8.8%
3	5	6.3%
4	3	3.8%
5	7	8.8%
6	1	1.3%
10	1	1.3%
50	1	1.3%
その他	18	22.5%
合計	80	100.0%

年間1回が最も構成比率が高くなっているものの、1年間における複数来訪者が約3割を占めていることがわかる。なお、その他に該当する回答は、「しばしば」、「不定期に」といった回答である。

5. 自然保護への支払意思

まず自然保護に対する最も有効手段について聞き取りを行い、それに基づいて旅行費用法(Travel Cost Method)を用いた環境価値の計測を行うこととした。

表-4にその結果を示すが、政府をはじめとする行政の法制度強化、自然保護施策の実施について指摘する割合が高い。さらに、「地域住民やコミュニティー」や「企業・住民・政府による協議、取り組み」といった項目が高いことがあわせて特徴といえる。

表-4 自然保護に対する最も有効手段について

	サンプル数	構成比率
行政による自然開発・保護に関する法制度強化	25	31.3%
政府、地方行政による自然保護施策実施	14	17.5%
企業による自然保護施策実施	3	3.8%
地域住民、コミュニティーによる自然保護施策実施	17	21.3%
NPO等の組織による自然保護施策実施	8	10.0%
企業、住民、政府による協議、取り組み	12	15.0%
その他	1	1.3%
総計	80	100.0%

次に、環境が悪化した状況を仮定し、それにもなるアニエールビーチへの年間来訪回数の変化について聞き取りを行った。この際、チダナウ川流域の自然環境悪化にともない流域の水質悪化ならびに表層土の流出が発生し、近接したアニエールビーチで水質の悪化による藻の異常発生やゴミの漂着の懸念について説明を行うとともに、仮想のイメージ画像を被験者に提示している。

図-3に、その結果を示すが、現状では年間10回の

来訪者も見られるものの、事後の予想来訪回数は0、もしくは1回程度となっており、急減していることがわかる。ビーチが比較的整備され、自然環境も豊かである当該地の魅力が自然環境の悪化にともない急激に減少したことによるものと考えられる。

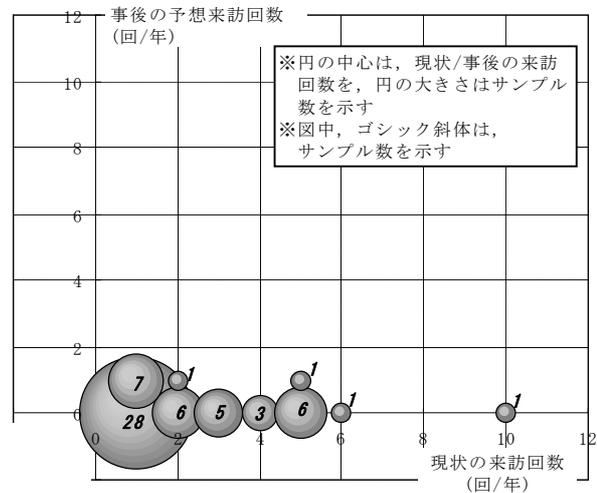


図-3 アニエールビーチへの年間来訪回数(現状)と環境悪化後の予想来訪回数

そこで、アニエールビーチへの来訪回数が、アクセス時間によって決定されると仮定してTCMを用いた分析を行った。この時、他の観光地との競合や観光者の行動変化も考えられるが、本分析ではそれらを考慮しないものとする。現状ならびに自然環境悪化後のそれぞれについて需要関数(式1)を仮定し、その同定を行った。

$$\text{年間来訪回数} = \beta \times \text{説明変数} + \beta_0 \dots \text{式1}$$

被説明変数として年間来訪回数、説明変数としてアクセス時間、もしくはアクセス費用を用いるものとする。まず、現状について全サンプルを用いたものがモデル1(表-5)である。サンプル数が少なく、重相関係数も十分高いと言えないが、所要時間が増加するに従い来訪回数が減少しており、係数のt値についても概ね良好である。しかしながら、被験者の中に団体による来訪者が混在しており、アクセス費用に対する感度・評価の差異が考えられる。そこで、個人来訪者に限定したものがモデル2である。所要時間パラメータの有意水準が0.18となり、必ずしも十分とは言いが、符号条件が論理条件を満たしている。また、アクセス費用を説明変数に用いた場合、符号条件ならびにt値が良好ではなかった。

表-5 TCMによるアニエールビーチへの需要関数

	モデル1 全サンプル	モデル2 団体を除外	モデル3 事後の需要関数
係数(所要時間)	-2.667E-01	-2.155E-01	-3.535E-02
t値	-1.969	-1.350	-1.269
係数(定数項)	4.002E+00	3.353E+00	3.190E-01
t値	10.657	5.563	2.992
重相関係数	0.248	0.217	0.159
観測数	61	39	39

そこで、これらのサンプルを用いて環境悪化後の需要関数を導出した(モデル3)。所要時間に対する感度はモデル2に対して小さくなっているものの、定数項が約1/10となっており、来訪回数が大きく減少する結果となった。

ここで導出された需要関数は、来訪時間による来訪回数である。貨幣単位による環境価値のために、所得接近法による時間価値導出が必要と考えられる。さらに、人口分布を考慮に入れながら、チダナウ川流域の環境価値を推定する必要がある。インドネシアでは人口分布データ等が利用困難であったため、人口分布を示した紙ベースの資料から各地点の人口、UTM座標(Universal Transverse Mercator system)の取得を行った。この詳細は発表時に譲るものとする。

6. まとめ

本研究は、インドネシア・西ジャワ地域のチダナウ川流域を対象とした環境評価を目的として、現地でのアンケート調査をもとにTCMによる分析を行った。生物生産における開発と環境のために技術的な対応方法に加えて、自然破壊が懸念されるこの地域を対象として定量的な環境評価を行うことにより、環境保全を推進することが必要不可欠と考えられる。

現地でのアンケート調査は、合計80サンプルにとどまっており、その調査結果は十分精査する必要があるが、被験者の自然保護意識が高いことが明らかとなった。さらに、レクリエーション価値に相当する直接利用価値に限定したTCMによる環境評価では、アクセス時間と来訪回数との関連、ならびに環境影響の生起前後それぞれの需要関数を算出することができた。サンプル数や説明力に関しては十分であるとは言えないものの、環境悪化により需要の減少が発生し、それによる消費者余剰の減少を導くことができた。

なお、本研究は拠点大学交流事業(日本学術振興会・研究テーマ:生物生産における開発と環境の調和(取りまとめ:東京大学大学院農学生命科学研究科))の一環として行われた。

参考文献

- 1) JICA: The feasibility study on Cidanau-Cibanten water resources development project, Final Report Vol.1, Japan International Cooperation Agency, S1-S26, 1992
- 2) PT. KRAKATSAU TIRTA INDUSTRI: Reliability Analysis of Water Quantity and Quality of Cidanau River their Relation with Purified Water Supply for Ciligon Industrial Estate, International Workshop on Sustainable Resource Management for Cidanau Watershed, Bogor, Indonesia, 1999
- 3) Budi, I. Setiawan: Cidanau watershed overview 2003
- 4) Yoshino, K. and Ishioka, Y.: Guidelines for soil conservation based on the assessment of soil loss risks using remote sensing and GIS in Cidanau watershed of the western Java, Indonesia, PWE, Vol.3, No.4, pp.235-247, 2005
- 5) 栗山浩一: 環境政策の費用便益分析, フィナンシャル・レビュー, July-2005, pp.149-163, 財務省財務総合政策研究所, 2005